

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE PRODUCCIÓN VEGETAL

TESIS

EVALUACION DEL INSECTICIDA BOTANICO NIM -20 (*Azadirachtina*)
Y DOS INSECTICIDAS MICROBIALES A BASE DE *Bacillus*
thuringiensis EN EL MANEJO DE LA BROCA (*Thecla basalides*
Geyer) EN EL FRUTO DE LA PIÑA (*Ananas comosus* (L) Merr.)

Autor: Br. Telma Gaitán Navarrete
Asesor: Ing. M. Sc. Sergio Pichardo Guido

MANAGUA, NICARAGUA
1997

DEDICATORIA

En especial a Dios y mi Madre:

María Navarrete de Gaitán

A mi Esposo :

Cipriano Rivera Wilson

AGRADECIMIENTO

Al Ing. MSC. Sergio Pichardo Guido por todas las sugerencias y apoyo de manera constante e incondicional.

Al Sr. René Valle por su ayuda en el establecimiento de las parcelas y la recolección de datos en sus áreas cultivables, ya que fue el aporte principal para este estudio.

A la Universidad Nacional Agraria y a todas las personas que colaboraron de una u otra forma en la realización del presente trabajo.

Indice General

CONTENIDO	Página
INDICE GENERAL	i
INDICE DE TABLAS	iii
INDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS.	5
III.- MATERIALES Y MÉTODOS	6
3.1.- Ubicación del experimento.	6
3.2.- Manejo del Ensayo	6
3.2.1. Variedad Utilizada	6
3.2.2.- Diseño experimental	6
3.2.3.- Variables Medidas	7
3.2.4.- Manejo Agronómico	9
3.3.- Análisis de datos	10
3.3.1.- Análisis de Presupuesto Parcial	10
3.3.2.- Análisis de dominancia	10
3.3.3.- Análisis de Retorno Marginal.	11
3.3.4.- Análisis de sensibilidad.	11
3.4.- Parámetros utilizados en el análisis de Presupuesto Parcial.	11
3.4.1.- Curva de Benéficos Netos	12
IV.- RESULTADOS Y DISCUSION	13
4.1. Huevos de la broca en el fruto a los 55, 66 y 77 días después de la	13
Inducción Floral.	13
4.2. Larvas de la broca en el fruto a los 55, 66 y 77 días después de la	14
Inducción floral.-	14

4.3. Insectos Depredadores	16
4.4. Frutos dañados por <i>Thecla basalide</i> Geyer s a la cosecha	20
V.- ANALISIS ECONOMICO	23
5.1.- Presupuesto Parcial	23
5.2.- Análisis de dominancia	24
5.3.- Curva de Beneficios Netos	25
5.4.- Análisis de retorno marginal	25
5.5.- Análisis de sensibilidad	26
VI.- CONCLUSIONES	28
VII.- RECOMENDACIONES	29
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
ANEXOS	34

Indice de Tablas

Página

Tabla 1. Tratamientos evaluados contra el barrenador del fruto de Piña. Ticuantepé, Managua. 1995-1996.....	7
Tabla 2. Huevos de broca del fruto en distintos momentos de la floración del cultivo de piña. Ticuantepé, Managua, 1996.....	14
Tabla 3. Larvas de broca en frutos de piña en diferentes momentos después de la inducción floral. Ticuantepé, Managua, 1996.....	16
Tabla 4. Avispas (<i>Polistes</i> sp, <i>Pepsis</i> sp) en distintos momentos después de la inducción floral. Ticuantepé, Managua, 1996.....	18
Tabla 5. Abejas (<i>Apis mellifera</i>) registradas en piña en distintos momentos después de la inducción floral. Ticuantepé, Managua, 1996.....	19
Tabla 6. Arañas registradas en el cultivo de piña en distintos momentos des- pués de la inducción floral. Ticuantepé, Managua, 1996	20
Tabla 7. Frutos dañados por la broca y registrados a la cosecha, Ticuantepé Managua, 1996.....	22

Tabla 8. Presupuesto parcial en córdobas/manzana de evaluación de insecticidas botánico Nim-20 y dos microbiales a base de Bt., en el cultivo de Piña, Ticuantepe, Managua, 1996.....	23
Tabla 9. Análisis de dominancia de evaluación de insecticidas botánico Nim-20 y dos microbiales a base de Bt., en el cultivo de piña, Ticuantepe, Managua, 1996.....	24
Tabla 10. Análisis de retorno marginal de evaluación de insecticidas botánico Nim-20 y dos microbiales a base de Bt., en el cultivo de Piña, Ticuantepe, Managua, 1996.....	26

Indice de Figuras

Figura 1. Curvas de beneficios netos en la evaluación de insecticidas botánico NIM-20 (<i>Azadirachtina</i>) y dos insecticidas microbiales a base de <i>Bacillus thuringiensis</i> en el manejo de la broca del fruto (<i>Thecla basalides</i>) en el cultivo de la piña (<i>Ananas comosus</i> (L) <i>Merr.</i>).....	25
---	----

Indice de Anexos

Página

Anexo 1. Análisis de costos y mercado por Manzana de tres aplicaciones de Nim-20 y dos insecticidas biológicos en el cultivo de Piña.....	35
Anexo 2. Características agronómicas de la variedad evaluada (Cayena Lisa).....	36
Anexo 3. Hoja de recuento utilizado en el ensayo de evaluaciones de dos insecticidas biológicos y Nim-20. Ticuantepe, Managua, 1995-1996... ..	37
Anexo 4. Plano de campo del experimento.....	38

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el año 1995-1996 en el período comprendido de Noviembre 95 a Abril 96 en el Municipio de Ticuantepe, Managua, con el objetivo de evaluar dos insecticidas biológicos y uno botánico para el control de la plaga *Thecla basalides* (perforador de la fruta), en el cultivo de la Piña.

Este estudio de cuatro tratamientos (Nim 20, Dipel 8 L, Agree 50 WP y testigo), se estableció en un diseño de Bloques Completamente al Azar (B.C.A) con seis repeticiones

Los resultados demuestran que, las aplicaciones de insecticidas biológicos y Nim-20, son efectivos en el control del barrenador del fruto de Piña

I. INTRODUCCIÓN

La piña (*Ananás comosus* L. Merrill) , es una planta que pertenece a la familia de las Bromeliáceas. Es originaria de América del Sur, introducida a Nicaragua por primera vez desde Honduras, en el año 1958 con la variedad Monte Lirio y posteriormente se introdujo la variedad Cayena Lisa desde Costa Rica, en 1988. Actualmente el cultivo de la piña es uno de los que presenta mejores perspectivas socioeconómicas para Nicaragua, concentrándose la producción en dos zonas principales Ticuantepe y la Meseta de los pueblos (Carazo, Masaya) con un área aproximada de 1,800 Mz en manos de la pequeña y Mediana producción (López, 1995).

La piña es una fruta rica en carbohidratos y vitaminas A,B, y C; estas se consumen en forma fresca o en conservas.

Los requerimientos climáticos de este cultivo son : altitud de óptima producción está entre 150–400 msnm, aunque puede cultivarse desde el nivel del mar hasta los 1000 msnm. Los rangos de temperatura oscilan entre 25–32 grados centígrados, aunque su óptimo es de 29-30 grados centígrados; el rango de pluviosidad más adecuado es 1000-1500 mm anualmente, bien distribuidos, en todo el ciclo del cultivo (E.A.R.TH., 1995a).

La variedad comúnmente cultivada es Monte Lirio; sin embargo en los últimos años se ha sembrado la variedad Cayena Lisa, principalmente en la zona de la Meseta de los Pueblos, debido a sus características superiores a la variedad Monte Lirio, en cuanto a color de la pulpa, profundidad de sus ojos, color de la cáscara y contenido de azúcares. Atributos necesarios para la industrialización y la exportación del fruto.

Sin embargo; a través de evaluaciones hechas por el (CIEETS,1995) se ha determinado que Cayena Lisa es más susceptible a plagas y enfermedades que la variedad Monte Lirio. Una de las principales limitantes en la producción de piña en Nicaragua es el ataque de la "broca del fruto" *Thecla basalides* Geyer (Lycaenidae : Lepidóptera).

Este insecto plaga ataca durante la fase fenológica de floración del cultivo . La hembra adulta oviposita sus huevos en la inflorescencia; al esclosionar el huevo emerge la larva, penetra a la inflorescencia y lo barrena; como consecuencia el fruto se deforma, hay producción abundante de excrementos y la planta produce una sustancia gomosa; que inicialmente es incolora y poco consistente, provocando ablandamiento y pudrición de los frutos, los cuales pueden deformarse y no ser comercializables (Zamorano, 1995).

Los productores de la zona manejan la plaga mediante el uso de insecticidas químicos como el Malathión 57 EC (Malation), Lannate (metomilo) y filitox (Metamidophos), los cuales deben ser usados cuidadosamente por el hombre por la toxicidad tanto para los humanos como para los animales. Son insecticidas de amplio espectro que matan todo lo que encuentran, por lo tanto, a pesar de que matan a la plaga también matan a los insectos benéficos que incluyen depredadores y parasitoides.

Una alternativa para los productores es el manejo de esta plaga con el uso de insecticidas biológicos y botánicos; los cuales contribuyen de manera directa en el Manejo de la población disminuyendola. Son específicos para el control de lepidópteros, no existe un intervalo pre-cosecha para aplicaciones y no afecta a insectos predadores naturales como abejas , avispas y arañas, con lo que se garantiza la disminución de

infestaciones de insectos dañinos a este cultivo y como consecuencia se reducen los costos de las aplicaciones de insecticidas tradicionales (químicos) (Zamorano ,1995).

Los insecticidas biológicos a Base de *Bacillus thuringiensis* (Bt) son de acción estomacal. El Bt es una bacteria del suelo Gram positiva, que produce inclusiones proteicas cristalinas (IPC) durante el proceso de esporulación. Las proteínas que forman estas IPC se denominan δ -endotoxinas, las cuales se sintetizan en forma de protoximas, que son proteolíticamente convertidas en péptidos tóxicos más pequeños dentro del intestino del insecto (Aronson ,et, al. 1986).

Una vez que la larva ingirió la δ -endotoxina, los primeros síntomas del envenenamiento son que deja de comer y parálisis del sistema digestivo, posteriormente presenta vómito, diarrea, parálisis total y la muerte. Dentro de la larva la protoxina es solubilizada en el ambiente alcalino del interior del intestino y es procesada a la forma tóxica, por acción de las proteasas. El siguiente paso es la unión de la toxina al receptor presente en la membrana del insecto susceptible. Los estudios histopatológicos realizados con las células del epitelio intestinal, reportan degeneración de las microvellosidades apicales, hipertrofia de las células Goblet y columnares, vacuolización del citoplasma y lisis celular (FAO, 1993) .

Los insecticidas biológicos y botánicos contribuyen a mantener el equilibrio ambiental ,ya que la ecología no se ve alterada, porque no dañan a los mamíferos , animales domésticos , peces, aves, vida silvestre (Ciba, 1994).

El insecticida botánico a base ***Azadirachtina***, principal sustancia insecticidas del árbol de NIM (*Azadirachta indica* A. Juss) , actúan por ingestión en el cuerpo del insecto con síntomas de inhibición de crecimiento y disturbio de la metamorfosis hasta mortalidad y reducción de la fecundidad (Reembold, 1987). Así, como también, un fuerte efecto de repelencia de otros compuestos de Nim (***meliantrol, nimbin, nimbidin, salannin***) incluso sobre algunos nemátodos (Schmutterer, 1985 ; Schmutteres 1990).

Sin embargo, a pesar de las ventajas comparativas que ofrecen los insecticidas biológicos y botánicos en el control de plagas, de cultivos comestibles, es hasta hace poco tiempo que se ha iniciado el estudio y uso de estos productos en el cultivo de la piña (López, 1995).

El análisis de la situación referente al manejo de la broca del fruto nos muestra que los productores abusan del control químico de la plaga.

Por tanto, este ensayo pretende demostrar a los productores otras alternativas efectivas y sanas ambientalmente para el control de ***T. basalides* Geyer**, con aplicaciones de dos insecticidas biológicos (DIPEL 8L, AGREE 50 WP.) y el insecticida botánico NIM -20.

II. OBJETIVOS.

- 1- Evaluar el efecto del insecticida botánico Nim-20 (*Azadirachtina*) y dos insecticidas microbiales a base de *Bacillus thuringensis*, en el manejo del barrenador del fruto de Piña.
- 2- Reducir el porcentaje de frutos dañados por el barrenador del fruto de Piña que no son aptos para la comercialización.
- 3- Análisis de costos de aplicación de productos.

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.- Ubicación del experimento.

El trabajo se realizó en el Municipio de Ticuantepe, Departamento de Managua, en la comunidad "Los Ríos" en parcelas del productor privado René Valle, en el año 1995-1996 en el periodo comprendido de Noviembre 95 a Abril 96.

Los suelos en esta zona son de textura franco arenoso, con mediana elevación (500-1000 msnm), de clima tropical sub-húmedo, pluviosidad de 1,300 a 1,600 mm en 6-7 meses de lluvia, y temperaturas promedios de 22.1° a 24°C. La topografía del terreno va de moderadamente inclinado a moderadamente escarpado (1.5% - 30%), con suelos profundos de origen volcánico, de alto contenido de materia orgánica, limitados en ciertas partes por capas de talpetate, con ph de 5 -6. (Barbeua , 1990).

3.2.- Manejo del Ensayo

3.2.1. Variedad Utilizada

La variedad de piña (*Ananas comosus* L. Merrill) utilizada fue Cayena Lisa, que presenta fruto cilíndrico con pulpa color amarilla, rica en azúcares, eje central delgado y los ojos pequeños bastantes superficiales (Anexo 2).

3.2.2.- Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue Bloque Completamente al Azar (B.C.A) con 4 tratamientos y 6 repeticiones.

Se utilizó un área comercial de 16.6 mt² por tratamiento, dejando un espacio de borde de 1 metro para un área total de 400 mt². Cada parcela constó de 500 plantas obteniendo una población de 2000 plantas en todo el experimento.

Para el establecimiento de los tratamientos se azarizó manualmente con papel y se elaboró el plano de campo (Anexo 4). Así como también se calculó qué área requería cada tratamiento y cada repetición por bloque, luego se procedió a medir con cinta métrica el área para cada una de la repeticiones de los tratamientos, dejando señalizaciones con estacas que permitieron diferenciar los tratamientos y de esta manera evitar equivocaciones al momento de la aplicación de los productos.

**Tabla 1. Tratamientos Evaluados contra el barrenador del fruto de Piña
Ticuantepé , Managua. 1995-1996**

Producto	Dosis
Nim 20	20 gr./ litro agua
Dipel 8 L	3 cc / litro agua
Agree 50 WP	1.5 gr. / litro agua
Testigo	solo agua

3.2.3.- Variables Medidas

1. No. De Huevos/planta
2. No. de larvas/planta
3. No. Insectos depredadores
4. Frutos dañados a la cosecha

El procedimiento utilizado para la medición de las variables fue el que a continuación describimos:

Para el recuento de número de huevos/planta se procedió a revisar las plantas escogidas aleatoriamente, considerándose en los dos primeros recuentos la búsqueda de huevos en la base y parte interior de la inflorescencia. En el tercer y cuarto recuento se realizó revisión de todo el fruto iniciando desde la base anotándose en la hoja de recuento (Anexo 3) la cantidad de huevos encontrados, con el objetivo de considerar al final de cada recuento si requería o no una aplicación de insecticidas de acuerdo a cada tratamiento, basándonos en el nivel crítico económico considerado.

En la variable de número de larvas/planta se procedió en el primer y segundo recuento a revisar la presencia de huevos en la base e interior de las inflorescencias. En los recuentos tercero y cuarto la revisión se le hizo a los frutos tanto en la base como todo el fruto en general, anotándose en la hoja de recuentos los números de larvas encontrados en el fruto.

En la variable de número de insectos depredadores, se hizo revisión planta por planta en cada estación establecida, anotándose en la hoja de recuentos la cantidad y el tipo de insecto encontrado.

La última variable medida fue la cantidad de frutos dañados a la cosecha. Para la medición de ésta se realizó la cosecha por tratamientos tomándose en cuenta las diferentes estaciones señaladas y de esta manera poder realizar un mejor recuento y posteriormente se fue anotando en la hoja de recuento, la cantidad de frutos dañados y sanos.

3.2.4.-Manejo Agronómico

El cultivo fue establecido ocho meses antes de la inducción floral , con distanciamientos entre surcos simples de 40 cm y entre plantas de 20 cm , con una densidad de siembra de 35,300 plantas/Mz (42,800 plantas/Ha).

Procedimiento de aplicaciones

Se muestreo el 40% de plantas/tratamientos. que equivale a 200 plantas/tratamiento. definiéndose 20 estaciones de 10 plantas cada una. El nivel crítico económico fue de 10% (equivalentes a 5 plantas por tratamiento) para huevos y larvas de Tecla.

De acuerdo al recuento de huevos y larvas de la broca, basándonos en los parámetros del nivel crítico después de cada recuento se tomaba la decisión de aplicación, y posteriormente se preparaba la mezcla de cada producto en bomba de mochila de acuerdo a las dosis establecidas, ayudándonos con los dosificadores para aplicar las dosis correctas.

Para la definición de las estaciones dentro de los diferentes tratamientos, se procedió a tomar al azar 10 plantas considerándose este número de plantas como una estación.

El primer recuento se realizó a los 55 días después de la inducción floral del cultivo, con el objetivo de encontrar estados biológicos (huevos/larvas/adultos en flor), de la broca del fruto de la piña. A partir de la emergencia de la inflorescencia se realizaron 2 aplicaciones de acuerdo a los resultados de los recuentos realizados en el ensayo.

3.3.- Análisis de datos

Se realizó el análisis de los datos por medio de un ANDEVA y separación de media por Duncan 5 %, además se realizó un análisis económico para evaluar la rentabilidad de los diferentes tratamientos de insecticidas.

Los resultados agronómicos se sometieron a un análisis económico para hacer una evaluación de los tres tratamientos de insecticidas, la metodología empleada fue la de presupuesto parcial.

3.3.1.- Análisis de Presupuesto Parcial

Este es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos. Es una manera de calcular el total de los costos que varían y el beneficio netos de cada tratamiento (Perrin, 1976; CIMMYT, 1988). Generalmente los agricultores se interesan por los ingresos y los costos que tendrán al cambiar sus prácticas tradicionales por una nueva alternativa de manejo (tabla 8)

3.3.2.- Análisis de dominancia

Este se efectúa, primero, ordenando los tratamientos de menores a mayores totales de costos que varían (tabla 9) . Se dice que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento cuyos costos variables sean más bajos (Perrin, 1976; CIMMYT, 1988).

3.3.3.- Análisis de Retorno Marginal.

Es el método por medio del cual se calculan las tasas de retorno marginales entre los tratamientos no dominados (iniciando con el tratamiento de menor costo variable y prodediendo paso a paso al que le sigue en escala ascendente) y se comparan esas tasas de retorno con la tasa de retorno mínimo aceptable para el agricultor. Este tipo de análisis nos ayuda a formular recomendaciones para el agricultor y a seleccionar los tratamientos de ensayos posteriores (Perrin, 1976; CIMMYT, 1988), (tabla 10).

3.3.4.- Análisis de sensibilidad.

Esta es la mejor forma de determinar una recomendación. El análisis de sensibilidad significa volver a efectuar el análisis marginal con precios alternativos de los insumos, mano de obra, producto final, etc. Además nos sirve para examinar las suposiciones a los costos de oportunidad sobre todo los de la mano de obra (Perrin, 1976; CIMMYT, 1988).

3.4.- Parámetros utilizados en el análisis de Presupuesto Parcial.

El ingreso bruto fue calculado multiplicando el rendimiento promedio de cada tratamiento por el precio del producto final (tabla 8)

El ingreso netos de cada tratamiento se obtuvo al restar el costo variable de sus beneficios brutos (Tabla 8).

Para obtener la tasa de retorno marginal (TRM), se ordenaron los tratamientos no dominados de mayor a menor ingreso netos con sus respectivos costos variables marginales, esto se obtiene al restar el menor ingreso netos a su inmediato superior, lo mismo para el incremento en los costos variables. La tasa de retorno marginal (TRM) para cada tratamiento resulta de dividir el incremento marginal de los ingresos netos entre el incremento marginal de los costos variables y multiplicar el cociente por 100. El producto pasa de un tratamiento (Mayor beneficio y costo) a otro (menor beneficio y costo), la cantidad de dinero que tiene que invertir el beneficio que resulta de esa inversión (tabla 10)

3.4.1.- Curva de Beneficios Netos

En una curva de beneficios netos, cada tratamiento se identifica con un punto, según sus beneficios netos y el total de los costos que varían, las alternativas no dominadas se unen con una línea (Perrin, 1976; CIMMYT, 1988).

IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Huevos de la broca en el fruto a los 55, 66 y 77 días después de la Inducción Floral.

El Numero de Huevos de *T. basalides*, a los 55 días después de la inducción floral, el número de huevos no fue diferente entre los cuatro tratamientos aplicados. La cantidad huevos, a los 66 días después de la Inducción floral en el experimento fue diferente. Observandose que el tratamiento 4 (testigo) presentó mayor cantidad de huevos de que los registrados en los tratamientos en relación a los demás tratamiento . A los 77 días el número de huevos de barrenador fue diferente entre los tratamientos. Los resultados obtenidos reflejan que el T.4 (testigo) presentó mayor cantidad de huevos de *T. basalides*, que los tratamientos que fueron tratados. (Ver tabla 2).

Estos resultados podrían deberse a que a esta fecha ya se han realizado las primeras aplicaciones de insecticidas , motivo por el cual el porcentaje de oviposición ha disminuido.

Resultados similares son reportados por el Programa Nim (1995). El señala que lotes tratados con semilla molida de Nim 20 presentaron menor cantidad de huevos seguidos de Dipel 8 L en comparación que los del testigo.

Los resultados obtenido se podrían deber a que además del control que estan ejerciendo los insecticidas aplicados el restablecimiento del ecosistema facilitaron la acción de la fauna benefica.

Tabla 2. Huevos de broca en el Fruto durante la floración del cultivo de Piña. Ticuantepe Managua, 1996.

Tratamiento	Recuento de huevos después de la Inducción Floral					
	55 ddif		66 ddif		77 ddif	
Nim 20	2.66	a	2.5	a	0.5	a
Dipel 8 L	2.16	a	2.85	a	0.4	a
Agree 50 WP	3.33	a	3.0	a	0.4	a
Testigo	2.83	a	5.66	b	1.16	b
C.V (%)	34.9		24.65		28.92	

4.2. Larvas de la broca en el fruto a los 55, 66 y 77 días después de la Inducción floral.-

A los 55 días el número de larvas registradas no presentaron diferencias estadísticas entre los 4 tratamientos estudiados. Mientras que a los 66 días, el número de larvas en los tratamientos evaluados fueron diferentes. Los tratamientos 1 (Nim 20) , 3 (Agree 50 WP) y 2(Dipel 8 L) presentaron menor cantidad de larvas que el tratamientos 4 (Testigo). El número de larvas a los 77 días después de la inducción floral , en los tratamientos evaluados fue diferente. Los tratamientos 1,2,3 presentaron menor cantidad de larvas de *Thecla basalides*, con respecto al tratamiento 4 (testigo), Segun tabla 3

Aunque no existen diferencias estadísticas, pero sí diferencias numéricas en el primer recuento a los 55 días después de la inducción floral, donde se aprecia un mayor número de larvas en el testigo las cuales probablemente causaron un papel importante, ya que en estado larval esta plaga ocasiona daños en el cultivo considerablemente.

Los resultados obtenidos a los 66 días se debieron a que *Bacillus thuringiensis* actúa de manera que, la larva deja de alimentarse poco tiempo después de comidos los frutos tratados, pero su muerte sucede 3 a 4 días después, por otro lado tenemos el efecto del Nim-20 sobre la metamorfosis del insecto.

Estos resultados coinciden con los mencionados por Schumutterer , (1985) citado por Gruber , (1994), quien señala, que la eficacia en los campos sobre insectos plagas fue comprobada en más de 160 investigaciones de campo en diferentes países del mundo principalmente en larvas de Lepidopteros tratadas con Nim, se sabe afecta la metamorfosis del insecto.

A los 77 días los insecticidas aplicados tuvieron un efecto positivo en el control de la plaga, disminuyendo el grado de infestación, hasta obtener un completo control, y de esta manera garantizar mayor número de frutos comercializables..

Tabla 3. Larvas de broca en frutos de piña durante la floración. Ticuantepe, Managua, 1996.

Tratamiento	Recuento de Larvas de <i>Thecla basalides</i> después de la inducción floral					
	55 ddif		66 ddif		77 ddif	
Nim 20	1	a	0.1	a	0.33	a
Dipel 8 L	0.33	a	0.5	a	0.25	a
Agree 50 WP	1.33	a	0.3	a	0.27	a
Testigo	1.66	a	2.83	b	2	b
C.V (%)	45.39		22.96		15.72	

4.3. Insectos Depredadores

Aproximadamente la mitad de los insectos y ácaros son predadores resultando difícil decir cuales son los más efectivos como agentes de control biológico, sin embargo una apreciación de la diversidad de los predadores es importante, ya que se logra un mejor aprovechamiento de ellos para el control de plagas. Los insectos predadores son organismos carnívoros que en su estado inmaduro y/o adulto activamente buscan y capturan variado número de presas que consumen parcialmente o totalmente. Su tamaño es a menudo mayor que el de la presa y causan una muerte rápida sin dejar rastro de su acción. (Zamorano/AID, (1995)).

4.3.1. Avispas (*Polistes sp* , *Pepsis sp*) a los 55, 66 y 77 días después de la Inducción floral.

El número de avispas (*Polistes spp*, *Pepsis sp*) en los diferentes tratamientos no presentaron diferencias estadísticas, pero diferencia numéricas a los 55, 66 y 77 días durante la floración . (Ver tabla 4).

Los resultados obtenidos en este estudio a los 66 días después de la inducción floral el número de larvas había disminuido en relación a los otros tratamiento, por tanto podemos deducir que estos Insectos por su especificidad para larvas de lepidopteros contribuyó de manera directa a la obtención de estos resultados, así como por su actividad como polinizador, ya que en esta etapa del cultivo se da la completa floración.

De acuerdo con lo escrito por Zamorano/AID, (1995). Los insectos depredadores aumentan su población cuando se incrementa el porcentaje de floración, así como su alto grado de especificidad para larvas de Lepidopteros aumenta su eficacia en el control.

También se debe tomar en cuenta que todos los insectos benéficos son afectados por el uso de plaguicidas químicos como el Malathión 57 EC, Methamidophos 60 SL y Methil Parathión 48 EC, sobre todo los de extremada toxicidad (etiqueta roja) , cuyo uso es común entre los productores de Piña, por tanto los tratamientos usados (insecticidas biológicos y botánicos) en este experimento favorecieron las poblaciones de estos insectos. Y por otro lado tenemos que la disponibilidad de alimento (presas) para los benéficos fue fundamental para su permanencia en el cultivo.

Tabla 4. Avispas (*Polistes* sp , *Pepsis* sp) durante la Floración.
Ticuantepé, Managua, 1996

Tratamiento	Recuento de avispas después de la Inducción Floral					
	55 ddif		66 ddif		77 ddif	
Nim 20	0.16	a	8.16	a	1.53	a
Dipel 8 L	0.22	a	8.0	a	2	a
Agree 50 WP	0.12	a	8.06	a	2.33	a
Testigo	0.8	a	7.83	a	2.0	a
C.V. (%)	14.5		18.05		46.35	

4.3.2. Abejas (*Apis mellifera*) a los 55, 66 y 77 días después de la Inducción Floral.

En número de abejas en estas tres diferentes fechas no fue distinta entre los tratamientos evaluados a como se puede observar en la Tabla 5.

Esto pudo deberse a que el uso de productos no tóxicos para las abejas les permite movilizarse sin problemas de una planta a otra e inclusive entre parcelas, sin ser afectadas por químicos, también por su actividad polinizadora a como se puede observar en la tabla 5 a los 66 días después de la floración la población de avispas es alta, ya que el cultivo se encontraba en completa floración.

Tabla 5. Abejas melíferas registradas en piña durante la floración del cultivo.

Ticuantepe, Managua, 1996

Tratamiento	Recuento de Abejas después de la Inducción Floral					
	55 ddif		66 ddif		77 ddif	
Nim 20	0.33	a	3	a	1	a
Dipel 8 L	0.25	a	3.5	a	1.5	a
Agree 50 WP	0.2	a	3	a	1.66	a
Testigo	0.16	a	2.5	a	1.3	a
C.V (%)	27.88		56.9		59.08	

lo que podría ser debido a que para este momento el periodo crítico del fruto por su susceptibilidad a la broca ya está pasando, lo que no estimula la permanencia de las abejas en busca de presas, disminuyendo notablemente de labor depredación por parte de la abejas.

4.3.3. Arañas a los 66 y 77 días después de la Inducción Floral.

El número de arañas en los tratamientos estudiados no fue diferente, a los 66 y 77 días después de la Inducción. (Ver tabla 6).

Los insectos beneficios no se sincronizan al ciclo de vida de la presa , pero si se alimentan de ellas, así como las parcelas tratadas no causaron ningún daño sobre los insectos ,contribuyó al desplazamiento homogéneo de las arañas en todo el ensayo.

Estos resultados coinciden con los encontrados por Zamorano/AID. (1995), donde indican que estos insectos depredadores no responden a fluctuaciones poblacionales de las plagas, pues no se sincronizan al ciclo de vida de la presa, por tanto es de esperar que estos tengan un mayor efecto en los cultivos perennes comparados con los anuales, ya que aunque son buenas colonizadoras la frecuente perturbación ambiental y el uso excesivo de insecticidas químicos son los que influyen directamente sobre la disminución de su efectividad, así como de sus fluctuaciones poblacionales.

Tabla 6. Arañas registradas en el cultivo de piña durante la floración.
Ticuantepé, Managua, 1996

Tratamiento	Recuento de Arañas después de la inducción Floral			
	66 ddif		77 ddif	
Nim 20	3.5	a	4.33	a
Dipel 8 L	4.16	a	4.5	a
Agree 50 WP	4.5	a	3	a
Testigo relativo	3.33	a	3.5	a
C.V. (%)	27.74		30.87	

4.4. Frutos dañados por *Thecla basalides* a la cosecha

Los resultados obtenidos de frutos cosechados demuestran que fueron diferentes entre tratamientos. El tratamiento 4 (testigo) presentó mayor número de frutos dañados (340 frutos) en relación a los tratamientos 1(10 frutos),2(13 frutos) y 3(10 frutos). tabla 7.

Los resultados se deben a que el testigo no le fue aplicado ningún insecticida para el control de plagas, en cambio a los tratamientos 1, 2 y 3 recibieron un doble control, ya que como se mencionó anteriormente además de las aplicaciones de insecticidas también jugaron un papel importante los insectos depredadores (Anexo 1).

Estos resultados coinciden con los de E.A.R.T.H. (1995), quien indica que el daño de la broca es muy significativo en la variedad "Cayena Lisa"; en la cual, éste, ha alcanzado niveles de hasta 33 %.

Por otro lado, López, (1991), trabajando en Campos Azules encontró que el testigo presentó el mayor número de frutos dañados por *T. basalides* con un promedio de 9 frutos dañados por cada 15 frutos muestreados, lo que equivale a un 60 % de frutos dañados (perforados) no aptos para el comercio. Como puede observarse, la broca del fruto es un insecto que causa serias pérdidas a los productores de piña sobre todo cuando no se le practica ninguna medida de control, ya que cada fruto perforado es un fruto que no se puede vender.

Tabla 7. Frutos de Piña dañados por la broca en el ensayo registrados a la cosecha. Ticuantepe, Managua, 1996

Tratamiento		Recuento de frutos dañados a la cosecha	
	Cosecha		% de disminución del daño en relación al testigo
Nim 20	0.5	a	99
Dipel 8 L	0.66	a	96
Agree 50 WP	0.5	a	99
Testigo Relativo	16.83	b	0
C.V.(%)	25.73		

V.- ANALISIS ECONOMICO

5.1.- Presupuesto Parcial

El total de costos que varían y el beneficio neto de cada tratamiento, se muestra en el cuadro 8. Este nos da información de cuál de los diferentes insecticidas es mejor desde el punto de vista económico.

Los mayores costos se obtienen con el tratamiento 2 (Dipel 8 L) con C\$ 212.00 y el menor costo es bajo el tratamiento 4 (Testigo), debido a que en tratamiento 2 se aplicó insecticidas.

Tabla 8. Presupuesto Parcial en (córdobas/manzana) de evaluación Insecticidas botánico NIM-20 y dos Microbiales a base Bt . en el cultivo de piña. Ticuantepe, Managua 1997.

Actividades	T r a t a m i e n t o s			
	1	2	3	4
Rendimiento medio (frutos)	35122	35122	35000	29285
Rendimiento ajustado (frutos)	33366	33366	33250	27821
Beneficios brutos de campo	68733.96	68733.96	68495.00	57311.26
Insecticidas	76	132	105	0
Mano de obra p/aplicarlo	30	30	30	30
Mano de obra p/acarreo	10	10	10	10
Alquiler de bomba manual	40	40	40	40
Total de costos que varían	156	212	185	80
Beneficios netos	68577.96	68521.96	68310.00	57231.26

5.2.- Análisis de dominancia

El análisis de dominancia de los diferentes tratamientos (Sin aplicación, Nim-20, Agree 50 WP, Dipel 8 l) muestra que el tratamiento dominado fue Dipel 8L (Tabla 9). Se observó que este tratamiento obtuvo costos variables mayores y un ingreso neto menor en comparación con el resto de los tratamientos, debido a que con Dipel 8L obtuvimos los menores beneficios netos. Por tanto el tratamiento recomendado es Agree 50 WP.

Tabla 9 . Análisis de dominancia de Evaluación de insecticidas botánico Nim-20 y dos insecticidas microbiales a base de Bt. En el cultivo de la Piña. Ticuantepe, Managua 1997 .

TRATAMIENTO	COSTOS VARIABLES (C\$/mz)	BENEFICIO NETO (C\$/mz)
Sin aplicación (T4)	80	57231.26
Nim-20 (T1)	156	68306.56
Agree 50 WP (T3)	185	68577.96
Dipel 8 L (T2)	212	68205.00 D

D = Tratamiento dominado.

5.3.- Curva de Beneficios Netos

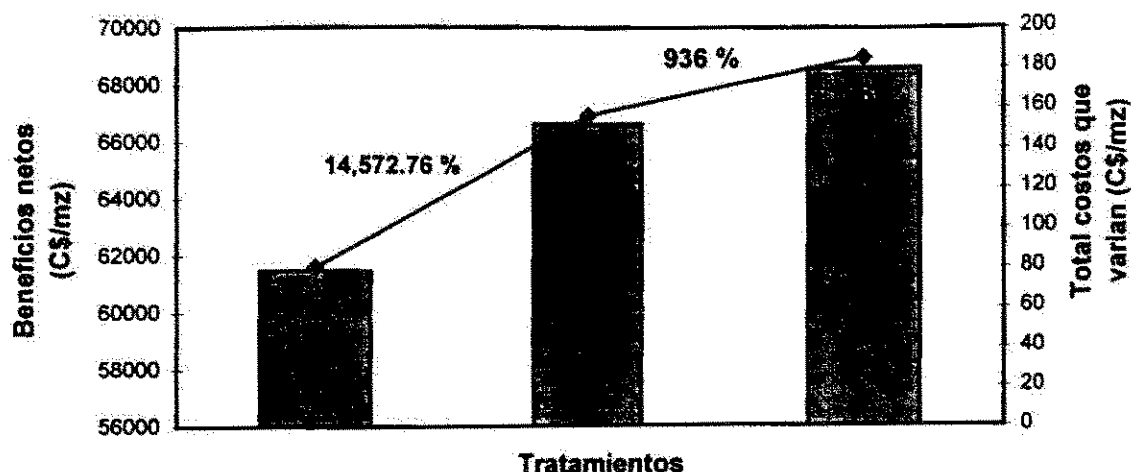


Figura 1. Curva de beneficios netos, en la evaluación de insecticidas botánico NIM-20 (*Azadirachtina*) y dos insecticidas microbianos a base de Bt., en el manejo de la broca del fruto (*T. basalis*) en el cultivo de la Piña.

5.4.- Análisis de retorno marginal

El análisis de retorno marginal nos muestra que el costo marginal de pasar del tratamiento 4 al tratamiento 1 es de 76 córdobas y pasar del Tratamiento 1 al 3 es de 29 córdobas (Tabla 10). La tasa de retorno marginal de haber cambiado de no aplicar a aplicar Nim-20 es de 14572.76 % lo que indica que por cada córdobas invertido se puede esperar recuperar el córdoba invertido y obtener 145.73 córdobas adicionales. La tasa de retorno Marginal de haber cambio de Nim-20 a Agree 50 WP es de 936 %, lo que indica que por cada córdoba invertido se puede esperar recuperar el córdoba invertido y obtener 9.36 córdobas adicionales.

Tabla 10.- Análisis de retorno marginal de evaluación de insecticidas botánico Nim-20 y dos microbiales a base *Bacillus thuringiensis*. En el cultivo de piña.

TRATAMIENTO	C.V.	C.M.	B.N.	B.N.M	T.R.M
Sin aplicación(T4)	80	76	57231.26	11075.30	14572.76 %
Nim-20 (T1)	156	29	68306.56	271.40	936 %
Agree 50 WP(T3)	185		68577.96		

C.V. = Costos variables

C.M. = costo marginal

B.N. = beneficio neto

B.N.M = beneficio neto marginal

T.R.M. = tasa de retorno marginal

5.5.- Análisis de sensibilidad

En el análisis de sensibilidad se observó que a un precio de 0.5 córdobas por fruto es aún recomendable aplicar Agree 50 WP , puesto que se obtiene una tasa de retorno marginal de 400 %, lo que indica que por cada córdoba invertido en este tratamiento se puede esperar recuperar el córdoba invertido y obtener 4 córdobas adicionales.

Así mismo, tenemos que con un precio de 136.50 la dosis por manzana de Agree 50 W-P, valor por encima del original (30 % más), es recomendable utilizarlo. Obteniéndose una tasa de retorno marginal del 734 % , lo que indica que por cada córdoba invertido en este tratamiento se puede esperar recuperar el córdoba invertido y obtener 7.34 córdobas adicionales.

VI.- CONCLUSIONES

En base a los resultados del experimento se concluye lo siguiente:

- El efecto de los diferentes insecticidas (Nim-20, Dipel 8 L y Agree 50 WP) sobre la Broca del Fruto de la Piña (*Thecla basalides*) fue significativa en relación al testigo.
- Las poblacionales de insectos depredadores fueron considerables en el período de floración del cultivo de piña, en que la broca del fruto deber ser controlada.
- Los insecticidas evaluados fueron efectivos protegiendo al fruto de piña contra la broca del fruto, lo que repercutió en una mayor cantidad de frutos comercializados.
- El tratamiento Agree 50 WP es el que mostró ser más favorable económicamente, ya que haber pasado de Nim-20 a Agree 50 WP la T.R.M. es de 936%.

VII.- RECOMENDACIONES

- Realizar nuevos ensayos usando insecticidas biológicos, involucrando a los pequeños productores de Cayena Lisa y de esta manera confirmar la ventaja de estos.
- Promover el uso de *Bacillus thuringiensis* y otros insecticidas que no contaminan el ambiente ni son peligrosos para la vida humana y animal.
- Hacer liberaciones de *Trichogramma* sp., para reforzar el efecto de los insecticidas biológicos y botánicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ☐ Aronson, A.I., W. Bechman, P. Dunn. 1986. *Bacillus thuringiensis* and related insect pathogens. *Microbiol. Rev.* 50:1-24 p.

- ☐ Barbeau, G. 1990. Frutas Tropicales en Nicaragua. Ciencias Sociales, Managua, Nicaragua 145-154 p.

- ☐ Ciba - Geygy, S.A. ,1994. En folleto Nuevo Agree. Basilea, Suiza, 4p.








- ☐ CIEETS (Centro Intereclesial de Estudios Teológicos y Sociales). Trabajo de experimentación para el control biotécnico de *Thecla basalides* con insecticida NIM.


- ☐ CIMMYT, 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completa revisada. México DF., México CIMMYT. 78 p.

- ☐ E.A.R.T.H., 1995. La "Broca de la Piña" *Thecla basalides* en la selva central del Perú. INIA Chanchamayo, Perú. 6p.

- ☐ E.A.R.T.H. 1995. Manual del cultivo de la piña. INIA Chamchamayo, Perú. 20p.

- FAO. 1993. Importancia y potencial del *Bacillus thuringiensis* en el control de plagas. Red de cooperación técnica en Biotecnología vegetal (REDBIO), Santiago, Chile 55 p.
- Gruber, A. K. 1994. El proceso científico técnico que ha dado origen al aprovechamiento del árbol NIM (*Azadirachta indica A. Juss*) como fuente de insecticidas botánicos en Nicaragua. En: MEMORIA Segundo taller de intercambio de experiencias y conocimientos sobre el cultivo del árbol NIM en America Latina. Managua, Nicaragua. Ed. UNA /PROYECTO NIM 100 p.
- Guía Tecnológica para la producción de Piña. 1994. Desarrollo de la producción agrícola en la zona de la Meseta . Proyecto CEE-ALA 86//30-INRA, San Marcos, Carazo 54p.
- López Díaz, Roger. 1995. Evaluación de Insecticidas químicos y botánicos para el manejo de *Thecla basalides* en piña. Centro experimental "Campos Azules", Masatepe, Masaya 5p.
- M.A.G., 1996. Agricultura y Desarrollo número 19. Dirección General de Información y Apoyo al Productor, CENACOR-MAG, Managua, Nicaragua 15p.
- PERRIN, R.R. 1976. Formulaciones de Recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de Evaluación Económico México, D.F. Centro Internacional de Manejo de Maíz y Trigo. 54 p.

-  Programa de extensión MIF para pequeños productores de Nicaragua. 1995. En
 Taller: Central Biotecnico de plagas con sustancias de plantas. Programa de
 transferencia NIM/C:ETS, Managua, Nicaragua .8p.
-  Programa Nim. 1995. Control de la broca de la piña (*Thecla basaiides*), Ticuantepe,
 Nicaragua 15p.
-  Rembold, M. 1987. Structure and biological activity of azadirachtins A and B. In:
 Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. Schmutterer, H.,
 Ascher, K.R.S. (eds). Proceedings Third Int. Neem Conf. Eschborn (GTZ) 230-
 241p.
-  Schmutterer, H. 1985. Which insect pests can be controlled by application of neem
 seed kernel extracts (under fields conditions)? Journal of Applied Entomology,
 100 (5) 468-475p.
-  Schmutterer, H. 1990. Properties and potential of the natural pesticides from the
 neem tree *Azadirachta indica*. Annual Review of Entomology 35, 271-297p.
-  Saavedra, 1990. Manual del Cultivo de la Piña Cali, Colombia, 21p.
-  Zamorano/AID, 1995. Parasitoides y Depredadores, En Taller: Control natural de
 plagas. Laboratorio de control biológico UNAN - LEON, 14 p.

-  Zamorano, 1995. Manejo Integrado de Plagas de PIÑA, En Proyecto de capacitación en manejo integrado de plagas para pequeños productores en Nicaragua. Centro de Recursos didácticos, El Zamorano, Honduras, C.A. 17p.

ANEXOS

Anexo 1. Analisis de costos y mercado por Manzana de tres aplicaciones de Nim-20 y dos insecticidas biológicos en el cultivo de Piña., Ticuantepe, Managua, 1995-1996.

Rdto/Mz	Costo en C\$/Mz. (insecticidas)	Cantidad de frutos malos/mz	Frutos comercializables/Mz	Precio C\$ /fruto	Monto total en C\$/mz	Perdida en C\$/mz
35300	Dipel:132.00	178	35122	2.08	73053.76	370.24
35300	Agree: 105.00	178	35122	2.08	73053.76	370.20
35300	Nim-20:76.00	300	35000	2.08	72800.00	624.00
35300	Testigo:0.0	6015	29285	2.08	60912.80	12511.20

Fuente: MAG, 1996

ANEXO 2. Características Agronómicas de la Variedad de Piña Cayena Lisa.

Variedad	<i>Cayena Lisa</i>
Tipo de Frutos	Cilíndricos
Peso del Fruto	5 lbs
Pulpa	Amarilla, con alto contenido de azúcares y el eje central delgado
Hojas	Verde oscuro, con espinas en los bordes de la punta
Consumo	Industrial, ya que presenta "ojos" del fruto pequeños y superficiales.
Porte	1.20 metros de altura

FUENTE: Saavedra, 1990.

**ANEXO 3. HOJA DE RECUENTO UTILIZADO EN EL ENSAYO DE
EVALUACION DEL INSECTICIDAS BOTANICO NIM-20 Y DOS
INSECTICIDAS MICROBIALES A BASE DE Bt.
TICUANTEPE, MANAGUA, 1995-1996**

PRODUCTOR: _____

LOTE: _____

FECHA : _____ **NUMERO DE RECUENTO:** _____

ESTACIONES	1	2	3	4	5	6	TOTAL
No. Huevos/flor							
No. Larvas/flor							
No. Frutos dañados							
No. De Insectos beneficos							

ANEXO 4. PLANO DE CAMPO DEL EXPERIMENTO EVALUACION DE INSECTICIDAS BOTANICO NIM-20 Y DOS INSECTICIDAS MICROBIALES A BASE DE Bt. TICUANTEPE, MANAGUA, 1995-1996

NIM 20	DIPEL 8 L	AGREE 50 WP	TESTIGO RELATIVO
DIPEL 8 L	AGREE 50 WP	NIM 20	TESTIGO RELATIVO
TESTIGO RELATIVO	DIPEL 8 L	AGREE 50 WP	NIM 20
NIM 20	TESTIGO RELATIVO	DIPEL 8 L	AGREE 50 WP
DIPEL 8 L	TESTIGO RELATIVO	NIM 20	AGREE 50 WP
TESTIGO RELATIVO	NIM 20	AGREE 50 WP	DIPEL 8 L

Total de plantas = 2000

Plantas por tratamiento = 500

Nivel daño económico en área útil = 5 plantas (10%)

T1. NIM 20

T2. DIPEL 8 L

T3. AGREE 50 WP

T4. TESTIGO RELATIVO